

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-215499

(43)Date of publication of application : 04.08.2000

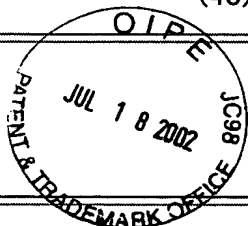
(51)Int.Cl.

G11B 7/135

G11B 7/13

G11B 7/22

H01L 31/10



(21)Application number : 11-010238

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 19.01.1999

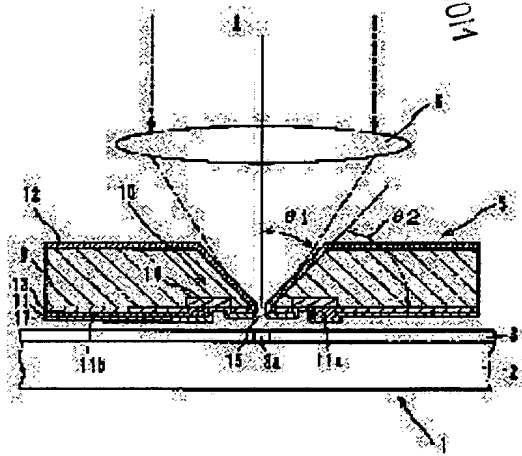
(72)Inventor : YAMAZAKI HIROYUKI  
MIYaura TOMOKO

## (54) OPTICAL HEAD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical head efficiently detecting a reading reflected beam in a high density optical memory using a near field beam.

SOLUTION: The optical head 5 generates the near field beam from a minute opening 15 formed on a silicon substrate 9, and records the information on a recording layer 3 of a recording medium 1, and detects the reflected beam from the recording layer 3 with a photodiode 10 at the readout. The photodiode 10 is formed by providing a boron injection layer 14 on the periphery of the minute opening 15 of the silicon substrate 9, and the detection signal of the reflected beam is taken out from electrodes 11, 12.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



【特許請求の範囲】

【請求項1】 近接場光発生手段を備え、記録媒体に対して情報の記録／読取りを行う光ヘッドにおいて、近接場領域又はその近傍に位置する半導体基板に、記録層からの反射光を検出する光検出素子が形成されていることを特徴とする光ヘッド。

【請求項2】 近接場光発生手段である微小開口が前記半導体基板に形成されており、前記光検出素子は該微小開口の周囲に形成されていることを特徴とする請求項1記載の光ヘッド。

【請求項3】 近接場光発生手段である固浸レンズが前記半導体基板に保持されており、前記光検出素子は該保持部に形成されていることを特徴とする請求項1記載の光ヘッド。

【請求項4】 前記光検出素子は、前記半導体基板に形成されたフォトダイオードであることを特徴とする請求項1、請求項2又は請求項3記載の光ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ヘッド、特に、光記録媒体への高密度光記録／読取りに用いられる光ヘッドに関する。

【0002】

【発明の背景】近年、光学的に情報を記録／読取りする光メモリの分野においては、コンピュータの高速化やマルチメディアの発達に伴い、より大容量の情報を記録できる、即ち、記録密度の著しく向上した光ヘッドが望まれ、近接場光記録技術が提案されている。レーザ光を用いた従来の光メモリにおいて、記録密度は光の回折限界で上限が決まり、光の波長程度（約数100nm）のマークしか記録／読取りができなかった。近年提案されている光の近接場光現象を用いた光メモリでは、光の波長以下の微小開口を有するプローブやSolid Immersion Lens（固浸レンズ）を用いて記録媒体（光ディスク）に対して光ヘッドと記録媒体との間隔を数10nmまで近づけた状態で記録／読取り用の光を照射することで、光の回折限界を超えて数10nmという小さなマークを信号として書き込み、読み取ることが可能である。

【0003】

【従来の技術と課題】ところで、近接場光を用いて記録媒体上の情報を読み取る場合は、記録層で伝搬光に変換された反射光を検出するのであるが、近接場光は本来的に光の利用効率がかなり低く、効率よく反射光を検出する必要がある。

【0004】読取り用の反射光の検出技術としては、特開平5-164968号公報に、微小開口アレイと光電アレイを一体的に形成したニアフィールド顕微鏡が記載されている。また、Applied Physics Letter No. 68, p579（1996）に、光検出器を一体的に組み込んだ集積化プローブが記載されている。しかしなが

ら、これらの検出技術をもってしても、必ずしも好ましい検出効率を得ることができていないのが現状である。

【0005】そこで、本発明の目的は、読取り用の反射光を効率よく検出することのできる近接場光現象を利用した光ヘッドを提供することにある。

【0006】

【発明の構成、作用及び効果】以上の目的を達成するため、本発明に係る光ヘッドは、近接場領域又はその近傍に位置する半導体基板に、記録層からの反射光を検出する光検出素子を形成した。近接場光発生手段としては、例えば、微小開口や固浸レンズを用いることができる。微小開口は半導体基板に形成され、この場合、光検出素子は該微小開口の周囲に形成される。固浸レンズは半導体基板に保持され、この場合、光検出素子は該保持部に形成される。

【0007】本発明において、記録層の情報を読み取るには、記録層で伝搬光に変換された反射光を光検出素子で読み取る。光検出素子は近接場領域又はその近傍に形成されているために記録層に極めて近く、従来よりも効率的に反射光を検出することができる。しかも、光検出素子は半導体材料からなる基板に一体的に形成したため、スペース効率がよく、光ヘッドの軽量化に大きく寄与することになる。

【0008】さらに、光検出素子は通常の半導体プロセスで製作することができ、量産性に優れている。この点で、光検出素子としては、半導体基板にフォトダイオードを形成することが好ましい。

【0009】

【発明の実施形態】以下、本発明に係る光ヘッドの実施形態について、添付図面を参照して説明する。

【0010】（第1実施形態、図1～図4参照）図1において、1は記録媒体、5は光ヘッドを示す。記録媒体1は基板2上に記録層3を形成したもので、回転駆動軸4を中心に回転駆動可能とされている。なお、記録媒体1の構成は任意である。

【0011】光ヘッド5は、シリコン基板9に微小開口15を形成して近接場光発生手段としたものである。図示しない光源（レーザダイオード、発光ダイオード等が用いられる）から放射されて平行光にコリメートされた波長λの光が、ミラー7を介して結像レンズ6に入射する。この入射光は、図2に示すように、角度θ1で微小開口15に集光される。

【0012】微小開口15の開口径は波長λ以下に形成されているため、近接場光が記録媒体1側に浸み出る。記録媒体1と微小開口15は、その間隔が波長λ以下（0.05～0.1μm程度）とされ、近接場光が浸み出る領域に近接されている。従って、近接場光が微小開口15の開口径とほぼ同じスポットで記録層3を照射し、記録ピット3aを形成する。微小開口15の開口径が0.1μmの場合、近接場光のスポット径（記録ピッ

ト3aの径)は約 $0.1\mu\text{m}$ であり、このときの記録密度は約 $50\text{Gbit}/\text{inch}^2$ となり、非常に高密度での記録が達成される。

【0013】一方、読取り時には、前記記録時と同様に、近接場光が微小開口15から記録層3に照射され、記録層3で伝搬光に変換されて反射する。この反射光を以下に詳述するフォトダイオード10で検出し、記録ビット3aに対応する再生信号を得る。この読取り時において、フォトダイオード10は反射面、即ち、記録層3に極めて近接しているため、光量の損失が少なく、SN比の高い良好な再生信号が得られる。

【0014】以下、フォトダイオード10の構成及び製作プロセスについて説明する。このフォトダイオード10は、図2に示すように、シリコン基板9とボロン注入層14とで構成されるpn接合型であり、シリコン基板9には電極11、12が形成されている。

【0015】製作プロセスは図4に示すとおりである。まず、厚さ $200\mu\text{m}$ のn型シリコン基板9に異方性エッチングによって角度 $\theta 2$ (図2参照)が約 $60^\circ$ 、開口径が $0.1\mu\text{m}$ の微小開口15を形成する。

【0016】次に、基板9の裏面に熱酸化法によって $\text{SiO}_2$ の絶縁膜13を $0.02\mu\text{m}$ の厚さに形成し、この絶縁膜13に微小開口15を中心とする円環状の凹部13aをパターニングする。凹部13aは内径が $2\mu\text{m}$ 、外径が $10\mu\text{m}$ である。さらに、凹部13aにイオン注入法によってボロンを深さ $0.2\mu\text{m}$ まで注入し、ボロン注入層14を形成する。これにて、pn接合型のフォトダイオード10が形成されたことになる。

【0017】電極11は、アルミニウムを厚さ $0.03\mu\text{m}$ でパターニングしたもので、ボロン注入層14上に形成された円環部11aと、絶縁膜13上に形成された引出し部11bとからなる(図3参照)。いま一つの電極12は、基板9上にアルミニウムで $0.03\mu\text{m}$ の厚さにスパッタリングで形成する。この電極12は基板9の上面から微小開口15の先端部にまで延在されている。

【0018】最後に、基板9の裏面側に $\text{SiO}_2$ を $0.01\mu\text{m}$ の厚さにCVD法によって成膜し、保護膜17を形成する。

【0019】(第2実施形態、図5～図7参照)本第2実施形態である光ヘッド25は、図1に示した第1実施形態の光ヘッド5と基本的には同様の構成を有し、フォトダイオード30の電極31、32の形状が前記電極11、12とは異なっている。従って、図5～図7においては第1実施形態と同じ部材に同じ符号を付し、その説明は省略する。

【0020】図5、図6に示すように、電極31はボロン注入層14から絶縁膜13上をストレートに延在している。電極32は、ボロン注入層14の外側にシリコン基板9に接して形成された略円環部32aと、絶縁膜1

3上に形成された引出し部32bとからなる。

【0021】その製作プロセスは図7に示すとおりである。n型のシリコン基板9に微小開口15を形成する工程、基板9の裏面に絶縁膜13を形成し、凹部13aをパターニングする工程、凹部13aにボロン注入層14を形成してpn接合型のフォトダイオード30とする工程は数値を含めて前記第1実施形態と同様である。但し、第2実施形態において、凹部13aの外径は $5\mu\text{m}$ とされている。内径は第1実施形態と同様に $2\mu\text{m}$ である。

【0022】さらに、前記絶縁膜13をパターニングして、内径が $6\mu\text{m}$ で外径が $10\mu\text{m}$ の凹部13bを形成する。この凹部13bは図6に示すように電極31の近くで欠損した略円環状とされている。

【0023】電極31はアルミニウムを用いてボロン注入層14から絶縁膜13上をストレートにパターニングする。電極32は、前記凹部13bから絶縁膜13上をアルミニウムを用いてパターニングし、略円環部32a及び引出し部32bを形成する。最後に、基板9の裏面側に保護膜17を成膜する。

【0024】なお、本第2実施形態における近接場光による記録/読取りは前記第1実施形態と同様であり、フォトダイオード30によって読取り時の反射光を効率的に検出できる作用効果も同様である。特に、第2実施形態においては、電極31、32を同一工程で形成できる利点を有している。

【0025】(第3実施形態、図8～図10参照)本第3実施形態である光ヘッド45は、近接場光発生手段として固浸レンズ55を用いたものであり、固浸レンズ55はシリコン基板9の開口56に装着されている。

【0026】固浸レンズ55は、高屈折率物質からなる周知のもので、略半球面から入射した光が底の平面に集光され、近接場光として浸み出る。近接場光が浸み出る領域は、入射光の波長 $\lambda$ の $1/4$ 以下の領域であり、記録媒体1と固浸レンズ55は近接場領域に近接されている。

【0027】固浸レンズ55の屈折率を $n$ とすると、レンズ55中で入射光の波長は $1/n$ となり、結果的に結像レンズ6の開口数NAが $n$ 倍されたことになる。即ち、入射光の波長 $\lambda$ が $0.63\mu\text{m}$ 、固浸レンズ55の屈折率 $n$ が $1.8$ 、入射角度 $\theta 1$ が $37^\circ$ の場合、近接場光のスポット径(記録ビット3aの径)は約 $0.29\mu\text{m}$ であり、このときの記録密度は約 $6\text{Gbit}/\text{inch}^2$ と非常に高密度になる。

【0028】一方、本第3実施形態において、シリコン基板9は固浸レンズ55のホルダとして機能するが、その構成は図2、図3に示した第1実施形態の基板9と同一であり、製作プロセスも図4に示したとおりである。従って、フォトダイオード10の作用効果も第1実施形態と同様である。

【0029】（他の実施形態）なお、本発明に係る光ヘッドは前記各実施形態に限定するものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。

【0030】特に、各実施形態で示したpn接合型のフォトダイオードは円形以外にも角形等種々の形状に製作することができる。微小開口の形状も同様に角形である必要はなく、円形であってもよいことは勿論である。

【0031】また、製作プロセスとしては、基板にフォトダイオードを製作した後に、電子ビームやレーザービームを用いて開口を形成してもよい。この場合は、開口形成時にフォトダイオードが短絡しないように考慮する必要がある。さらに、光検出素子は必ずしもフォトダイオードである必要はなく、開口の近傍に素子材料を設けて製作した光電変換素子であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態である光ヘッドの概略構成図。

【図2】第1実施形態である光ヘッドの詳細を示す断面図。

【図3】第1実施形態である光ヘッドの底面図、保護膜は省略されている。

【図4】第1実施形態でのフォトダイオードの製作プロセスを示す説明図。

セスを示す説明図。

【図5】本発明の第2実施形態である光ヘッドの詳細を示す断面図。

【図6】第2実施形態である光ヘッドの底面図、保護膜は省略されている。

【図7】第2実施形態でのフォトダイオードの製作プロセスを示す説明図。

【図8】本発明の第3実施形態である光ヘッドの概略構成図。

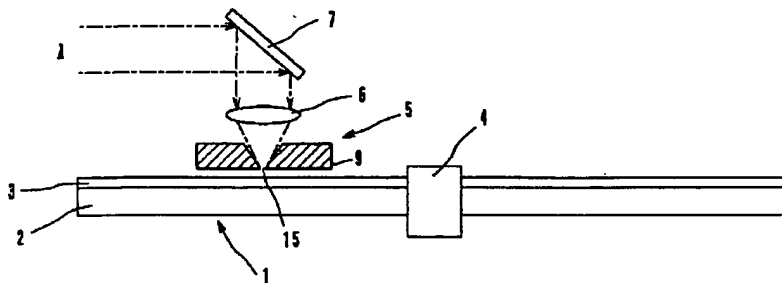
【図9】第3実施形態である光ヘッドの詳細を示す断面図。

【図10】第3実施形態である光ヘッドの底面図、保護膜は省略されている。

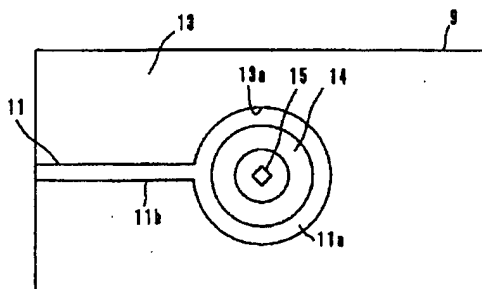
【符号の説明】

- 1…記録媒体
- 5, 25, 45…光ヘッド
- 9…シリコン基板
- 10, 30…フォトダイオード
- 11, 12, 31, 32…電極
- 15…微小開口
- 55…固浸レンズ

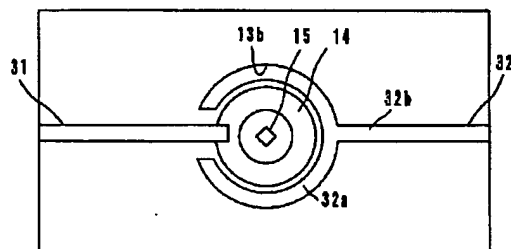
【図1】



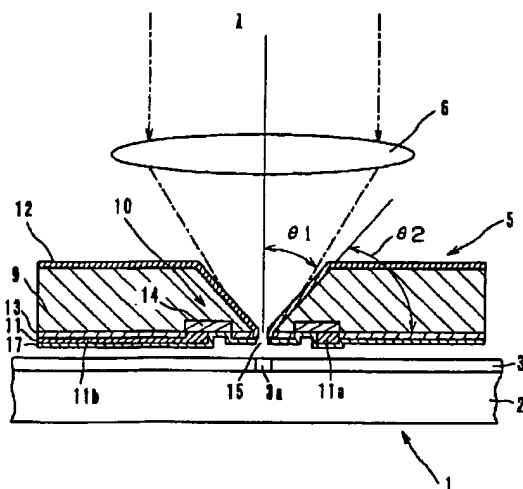
【図3】



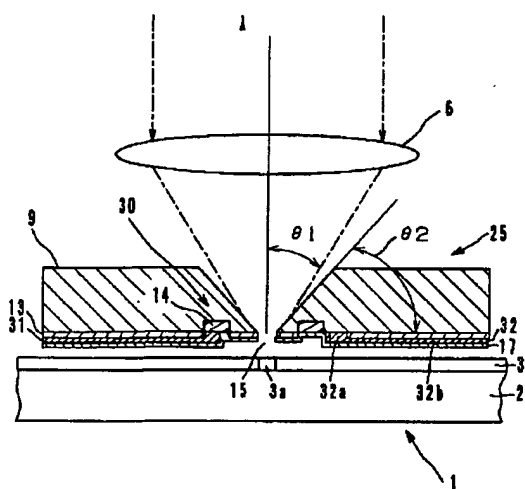
【図6】



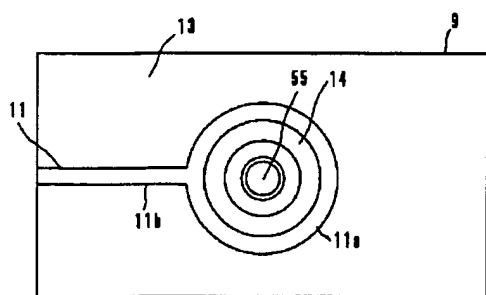
【图2】



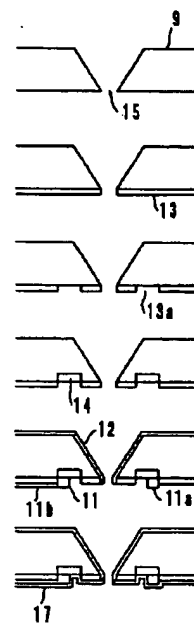
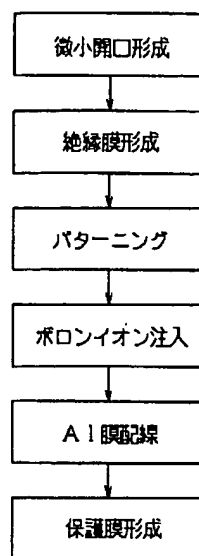
【图5】



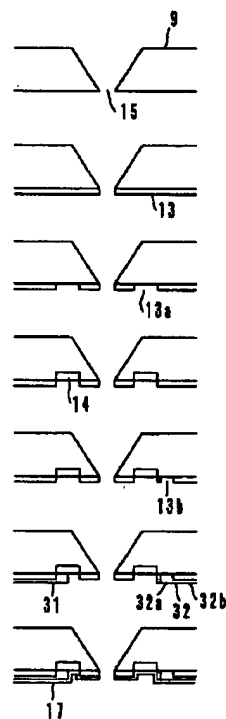
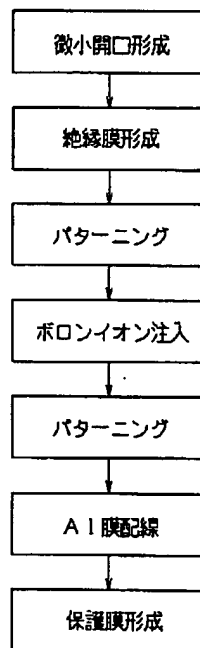
【図10】



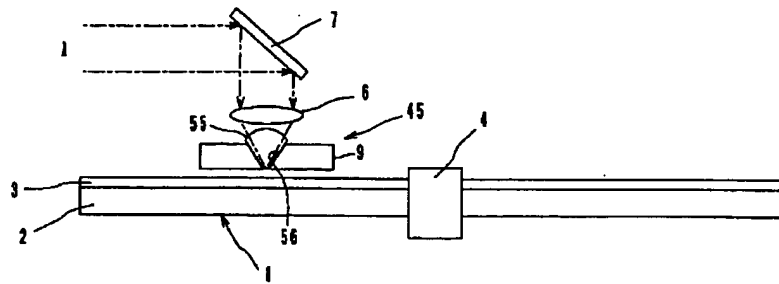
【図4】



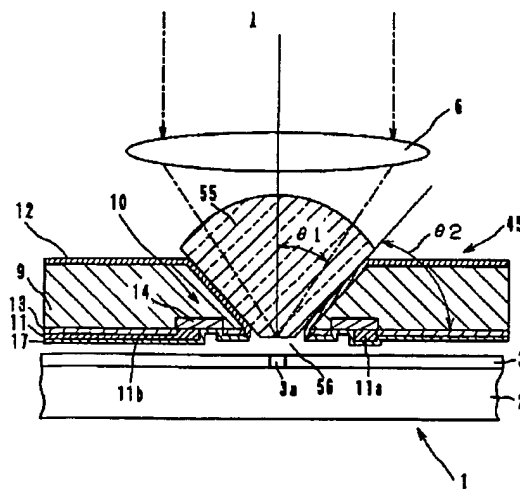
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D119 AA11 AA22 AA38 BA01 CA06  
CA10 DA01 DA05 JA44 KA02  
KA07  
5F049 MA02 MB03 MB12 NA01 NB08  
PA10 PA11 PA14 QA20 SE05  
SZ13 SZ20